(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 554 736**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 17146**

(51) Int Cl⁴ : B 01 D 37/00, 23/10, 23/24; C 02 F 1/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 9 novembre 1984.

(30) **Priorité :** DD, 11 novembre 1983, n°s WP B 01 D 256 587 2, WP C 02 F 256 584 8, WP C 02 F 256 585 6 et WP C 02 F 256 583 1; 8 juin 1984, n°s WP B 01 D 263 999 5, WP B 01 D 263 998 7 et WP B 01 D 263 991 3.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 20 du 17 mai 1985.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *VEB PROJEKTIERUNG WASSERWIRTSCHAFT.* — DD.

(72) **Inventeur(s) :** Peter Ott, Reinhold Feller, Alfred Feller, Christian Püschel et Armin Bünger.

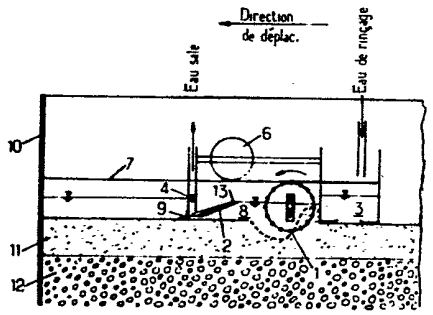
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Cabinet Plasseraud.

(54) Procédé et dispositif de filtration de liquides.

(57) Selon l'invention, la couche de filtration à grains fins 11 est soumise à des mouvements tourbillonnaires à des intervalles déterminés et sans interruption du processus de filtration dans le reste de la région du filtre, dans une zone limitée et se déplaçant au-dessus du filtre par un tambour 1 de lavage rotatif, par introduction d'un gaz ou au moyen d'oscillations. Un courant dirigé vers le haut est créé dans la couche de filtration, dans la zone des tourbillons. On peut obtenir des vitesses de filtration atteignant 5 m/h en fonctionnement continu.

L'eau peut être mélangée à des agents de floculation ou d'adsorption avant la filtration.



FR 2 554 736 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

Procédé et dispositif de filtration de liquides.

L'invention concerne un procédé et un dispositif de filtration au moyen d'une couche de filtration granuleuse. On peut l'utiliser en particulier dans le domaine de l'alimentation en eau et celui du traitement d'eaux usées, ainsi que pour la récupération de substances de valeur et le recyclage de l'eau.

Dans de nombreux cas, on utilise pour la filtration de liquides des couches de filtration granuleuses, par exemple en sable. Pour le traitement de l'eau, on travaille essentiellement selon deux procédés de filtration. Les filtres à action lente en sable utilisés surtout pour l'enrichissement d'eaux souterraines fonctionnent, en raison de leur fine granulométrie en tant que filtres de surface. Comme dans ce cas il se constitue très rapidement une couche de colmatage, on n'obtient, même avec des intervalles de régénération de 14 jours possibles actuellement, que des capacités de filtration moyennes de 4 ... 6 m/d. Il n'est pas possible d'effectuer une régénération fréquente avec les appareils connus, du fait que les filtres doivent être mis hors service pendant leur régénération.

On connaît divers procédés pour nettoyer la couche de sable supérieure de bassins de filtration ou de filtres à action lente en sable. Ces procédés fonctionnent soit au moyen d'un dispositif mécanique de ratissage soit hydromécaniquement. Selon un dispositif connu, le sable est prélevé sur la totalité de la largeur du bassin au moyen d'éjecteurs à eau, séparé de l'eau boueuse à l'intérieur de l'appareil au moyen d'un séparateur à force centrifuge, et ensuite réincorporé. L'eau boueuse est évacuée. Ce dispositif est très coûteux et compliqué. L'épuration à l'eau en continu n'est pas possible.

En outre, on connaît un dispositif au moyen duquel la couche de sable supérieure est remuée par des jets d'eau pour former des tourbillons et est déposée dans une chambre de tranquillisation, alors que les matières polluantes spécifiquement plus légères sont évacuées de la région du filtre avec le courant d'eau. L'ensemble du procédé se déroule au-dessous de la fraction d'eau recouvrant le filtre.

Les inconvénients de ce dispositif consistent dans le fait que le danger d'une pollution en profondeur du lit de filtration n'est pas exclu en raison du tourbillon hydraulique et qu'il en résulte une surface irrégulière qui doit être nivelée par des dispositifs additionnels. La boue déjà concentrée se trouve à nouveau diluée et rend nécessaire un coûteux traitement additionnel. Pour évacuer l'eau de rinçage de la fraction d'eau recouvrant le filtre, il faut que la profondeur de cette dernière ne soit pas inférieure à une profondeur minimale.

On connaît en outre des dispositifs au moyen desquels on dispose sur le lit de filtration une caisse ouverte vers le bas et de laquelle on retire les matières polluantes entraînées par un tourbillon hydraulique. Dans ce cas, il est retiré de la caisse une quantité d'eau supérieure à celle qui est amenée par le tourbillon hydraulique. L'eau polluée est évacuée par exemple par dépression. L'inconvénient, dans ce cas, est surtout la quantité importante d'eau utilisée pour créer le tourbillon hydraulique, et la faible concentration de l'eau de rinçage.

Comme les filtres à action lente en sable à grains fins ont un effet purificateur bien meilleur que les filtres à action rapide de type habituel, il est impossible de ne pas les utiliser dans de nombreux cas. Pour atteindre une capacité de filtration élevée, on dispose de façon prédominante des filtres à action rapide pouvant être lavés à contre-courant par le dessous avec de l'eau ou avec de l'eau et de l'air. Ceux-ci travaillent en tant que filtres à lit profond à des vitesses de filtration dépassant 4 m/h. Le degré de purification que l'on peut atteindre avec ces filtres à action rapide qui fonctionnent avec des couches de filtration constituées par du sable à gros grains ou du gravier est inférieur à celui obtenu avec des filtres à action lente en sable comprenant des couches de filtration en sable fin. Les dépenses provoquées par le nettoyage à contre-courant sont très élevées. Il est en outre nécessaire d'avoir recours à un spectre étroit de la granulométrie du filtre, car quand il en est autrement les grains les plus fins se déposent sur la surface du filtre et provoquent une perte élevée de pression. En outre, ces filtres conviennent mal à la séparation de matières fibreuses ou pulvérulentes.

Le but de l'invention est de développer un filtre en un matériau granuleux réunissant la capacité de charge élevée des filtres à action rapide connus et pouvant être nettoyés à contre-courant, à la bonne capacité de nettoyage des filtres en sable fin.

L'invention a pour objet de proposer un procédé de filtration au travers d'une couche de filtration à grains fins, cette couche de filtration étant nettoyée en surface et au-dessous de la fraction d'eau recouvrant le filtre sans interruption du fonctionnement. Le dispositif à créer doit former une surface lisse par des moyens mécaniques et hydrauliques, assurer un nettoyage fiable lorsqu'il s'agit de suspensions de forte concentration et éviter simultanément une pollution en profondeur. Il convient de rendre possible une régénération à des profondeurs diverses ainsi que de permettre des capacités de nettoyage de même importance dans les deux directions du déplacement.

Ce but est atteint du fait que la couche de filtration granuleuse est entraînée de façon tourbillonnaire en surface à des distances prédéterminées à l'intérieur d'une enceinte fermée latéralement se déplaçant au-dessus de la couche de filtration, alors que pendant ce temps un courant dirigé vers le haut est créé dans la région de formation des tourbillons dans la couche de filtration granuleuse, les tourbillons créés dans la couche de filtration granuleuse ayant lieu sans interruption du processus de filtration dans le reste de la zone du filtre.

Le dispositif pour la mise en oeuvre du procédé se caractérise en ce que l'on prévoit dans un bassin de filtration une couche de filtration granuleuse comportant une couche de protection et un système de drainage ou un fond de filtre, un tambour de lavage rotatif à axe horizontal attaquant partiellement la couche de filtration granuleuse étant fixé à un cadre de base qui est monté mobile au-dessus de la couche de filtration granuleuse, le tambour de lavage rotatif étant entouré de parois d'enveloppement formant un espace fermé qui est muni d'un dispositif d'évacuation des boues.

La formation de tourbillons peut également être réalisée par des buses envoyant un gaz dans le filtre, ou encore par des grilles

vibrantes.

Le fonctionnement est le suivant:

Pendant le processus de filtration, l'enceinte fermée par les parois latérales et ouvert vers le bas est déplacée au-dessus du filtre. Le dispositif de nettoyage provoque des tourbillons dans la couche de filtration jusqu'à une profondeur prédéterminée. Les tourbillons sont provoqués soit mécaniquement par rotation du tambour de lavage, soit par des bulles montantes de gaz, soit encore par la transmission d'oscillations. Il est également possible de combiner l'injection de gaz à la transmission d'oscillations.

La couche de filtration est de préférence amenée à un état de résonance, soit à la fréquence propre du liquide

$$w_o = \frac{v^2}{2} \text{ avec } v = \sqrt{2g}$$

soit à la fréquence propre moyenne du système à tubes à courant entre les grains du filtre

$$w_1 = \frac{V_{réel}}{2R_{Passages}}$$

soit ou à la fréquence propre moyenne des grains du filtre

$$w_2 = \frac{c}{m} \text{ avec } c = \frac{E \cdot F}{l}$$

Du fait de l'évacuation des boues dans l'enceinte fermée, le niveau du liquide baisse en cet endroit. Il en résulte une chute de la pression par rapport au reste du filtre. Si le milieu constitué par la fraction d'eau au-dessus du filtre est très concentré, on règle dans la chambre de rinçage un niveau plus élevé du liquide par une amenée spéciale d'eau de rinçage. Du fait de la chute de la pression et de l'étanchéité de l'enceinte fermée par rapport au filtre, le liquide qui s'écoule dans le filtre parvient, en passant par la couche de filtration, dans la région des tourbillons et se dirige en cet endroit vers le haut. Les matières polluantes séparées sont ainsi entraînées vers le haut et on évite une pollution en profondeur. Le sable du filtre qui est mis en mouvement de façon tourbillonnaire se redépose

très rapidement. Pour séparer les matières contenues dans l'eau qui sont dissoutes ou à l'état colloïdal, on prévoit de réaliser une floculation dans la fraction d'eau située au-dessus du filtre. Il est également possible d'éliminer des matières déterminées contenues dans l'eau à l'aide de moyens d'adsorption tels que du charbon actif. Dans ce cas, l'agent d'adsorption peut présenter un spectre de granulométrie quelconque, contrairement aux procédés utilisés jusqu'ici. La fraction pulvérulente reste en suspension dans la fraction d'eau située au-dessus du filtre, alors que la fraction plus grossière se dépose sur la couche de filtration.

Pour séparer des matières contenues dans l'eau et finement dispersées, telles que des algues monocellulaires, on prévoit d'ajouter dans la fraction d'eau située au-dessus du filtre un auxiliaire de filtration. Ce dernier se dépose, après la formation des tourbillons, plus rapidement que la substance à filtrer et obture en surface la couche de filtration.

Quand il s'agit de suspensions et de boues fortement concentrées, il est possible de disposer en direction du déplacement et à l'arrière de l'enceinte fermée du dispositif de nettoyage une enceinte ouverte en direction de la couche de filtration et destinée à l'amenée de l'eau de rinçage. Cette dernière présente par rapport au niveau de l'eau dans l'enceinte fermée un niveau plus élevé.

L'eau infiltrée au voisinage du tambour de lavage provoque, par comparaison avec le milieu se trouvant dans le bassin de filtration, un courant dans la couche de filtration, au-dessous des tourbillons, qui est plus intense et est dirigé vers le haut.

Dans les milieux de filtration concentrés, il est nécessaire de raccourcir l'intervalle de temps séparant deux régénérations. Du fait du parcours plus fréquent du dispositif de création de tourbillons, il y a formation d'une boue qui n'est que peu concentrée et qui exige un traitement subséquent et coûteux. Pour éviter cet inconvénient, on a constaté qu'il était avantageux de réaliser le nettoyage au moyen de deux dispositifs de création de tourbillons disposés l'un à la suite de l'autre sur un appareil. Le premier dispositif, dans la direction du parcours, provoque des tourbillons dans la couche de filtration sur une

faible profondeur, ce qui permet l'extraction d'une boue concentrée. Le second dispositif travaille à une profondeur plus importante et permet un nettoyage plus intensif de la couche de filtration. Dans ce mode de réalisation, il est avantageux de disposer l'enceinte ouverte vers le bas et destinée à l'amenée de l'eau de rinçage entre les deux dispositifs.

La possibilité d'utilisation du dispositif de nettoyage dans des bassins de filtration dont la fraction d'eau au-dessus du filtre est importante est possible grâce à l'invention, du fait que l'enceinte fermée et entourée par des parois latérales est également fermée vers le haut et que l'entrée d'eau boueuse s'effectue dans des dispositifs d'évacuation constitués sous forme d'un tube ou d'une cheminée parvenant au-dessus du niveau de l'eau du bassin.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le dispositif d'amenée d'eau de rinçage dans la partie supérieure est constitué également sous forme d'un tube ou d'une cheminée parvenant jusqu'au-dessus du niveau de l'eau du bassin. Selon l'invention, le tube ou la cheminée du dispositif d'évacuation peut être réalisé sous forme d'un ensemble unitaire avec le tube ou la cheminée d'amenée d'eau de rinçage. Il est également possible de munir ce mode de réalisation pour bassins profonds de deux dispositifs de création de tourbillons, avec un dispositif de rinçage situé entre eux.

Par comparaison avec les dispositifs actuellement utilisés, on constate les avantages essentiels suivants:

- augmentation de la vitesse de filtration de 5 à plus de 20 ... 70 m/d,
- aucune interruption de la filtration,
- économie d'énergie d'environ 90%, ce qui rend possible l'alimentation en énergie au moyen d'une conduite souple,
- faible poids, possibilité d'un mode de réalisation transportable,
- capacité de nettoyage plus élevée quand il s'agit de suspensions de forte concentration,
- pas de perturbations du fonctionnement par des pierres contenues dans le lit de filtration,

- faibles dépenses de service, plus grande facilité pour l'automatisation,

- concentration plus élevée de l'eau boueuse qui est formée,

- efficacité totale du fonctionnement dans les deux sens du déplacement.

La construction de l'appareil de nettoyage permet également un mode de réalisation qui n'est pas lié à des rails.

L'invention sera maintenant expliquée plus en détail à l'aide de neuf exemples et avec référence aux dessins annexés dans lesquels:

la figure 1 représente un dispositif de nettoyage de sable de filtration dans des bassins de filtration à faible hauteur d'eau au-dessus du filtre, au moyen d'un tambour de lavage,

la figure 2 représente un dispositif de nettoyage de sable de filtration dans des bassins de filtration à possibilité de déplacement dans les deux sens,

la figure 3 représente un dispositif de nettoyage de sable de filtration dans des bassins de filtration à hauteur d'eau élevée au-dessus du filtre, avec possibilité de déplacement dans les deux sens,

la figure 4 représente un dispositif avec floculation dans la fraction d'eau située au-dessus du filtre,

la figure 5 représente un dispositif avec adsorption dans la fraction d'eau au-dessus du filtre,

la figure 6 représente un dispositif de nettoyage du sable de filtration avec deux grilles d'aération,

la figure 7 représente un dispositif de nettoyage de sable de filtration avec des grilles d'aération, dans des bassins profonds,

la figure 8 représente un dispositif de nettoyage de sable de filtration avec deux grilles vibrantes,

la figure 9 représente un dispositif de nettoyage de sable de filtration avec des grilles vibrantes dans des bassins profonds.

Les dispositifs de nettoyage sont utilisés dans tous les exemples pour le traitement de couches de filtration en sable à grains fins 11 dont la granulométrie est comprise entre 0,4 et 0,63 mm. Au-dessous des couches de filtration en sable 11 se trouvent des couches de support 12

munies de systèmes de drainage. Le nettoyage continu de la région supérieure de la couche de filtration à grains fins 11 permet une augmentation importante de la puissance. La vitesse de filtration que l'on peut atteindre est de par exemple 0,5 m/h, lorsque la floculation de l'eau de surface fortement polluée est réalisée directement dans la fraction d'eau située au-dessus du filtre, et peut atteindre 5 m/h quand il s'agit d'eaux préalablement épurées et provenant d'installations de nettoyage grossières. La qualité de l'eau obtenue est notablement meilleure qu'avec les filtres à action rapide et à nettoyage à contre-courant connus.

Exemple 1

L'appareil représenté à la figure 1 est constitué par un cadre de base 5 et se déplace au moyen de roues 6 sur des rails ou des rebords en béton en direction longitudinale du bassin. Le tambour de lavage 1 est fixé au cadre de base 5 et peut être abaissé selon la profondeur de régénération nécessaire (3 à 25 cm). Du cadre de base 5 dépendent des parois latérales 14 parallèles aux rails 7 et parvenant jusque dans le sable du filtre. La limite arrière en direction de la marche de l'enceinte de travail fermée 8 est constituée par une paroi en sable formée par le dispositif. L'obturation à l'avant est réalisée mécaniquement par une bande de fermeture 9. La goulotte à boue 2 est fixée au cadre de base 5. Le bord de déversement 13 de la goulotte à boue 2 est réglable en hauteur, ceci permettant de régler la quantité déversée nécessaire. Le tambour de lavage 1 tourne à une vitesse comprise entre 30 et 40 t/min., alors que l'ensemble de l'appareil se déplace vers l'avant à une vitesse comprise entre 0,25 et 0,42 m/min. L'évacuation de l'eau boueuse est de 60 à 100 l/min., sur la base d'un tambour de lavage de 1 m. A l'arrière de l'enceinte de travail fermée 3 est disposé un récipient 3 ouvert vers le bas et destiné à l'amenée d'eau de rinçage. En ce qui concerne cette eau de rinçage, on utilise de l'eau usée ayant subi une épuration préalable. Du fait de l'augmentation du niveau de l'eau dans le récipient à eau de rinçage 3, un courant dirigé vers le haut est créé dans la région du tambour de lavage 1 à l'intérieur de la couche de filtration 11, ce qui permet

d'évacuer les matières solides déposées.

Exemple 2

L'appareil représenté à la figure 2 est constitué par un cadre de base 5 et il se déplace en direction longitudinale du bassin au moyen de chenilles 6. Lorsqu'il s'agit de suspensions de forte concentration, le tambour de lavage 1 est monté en double par rapport à l'axe de symétrie et ces tambours sont entraînés en sens contraires. Le tambour de lavage situé à l'avant dans la direction du déplacement est abaissé à une profondeur de régénération de 3 ... 9 cm et le tambour de lavage situé à l'arrière est abaissé à une profondeur de régénération de 6 ... 15 cm.

Des parois latérales dépendant du cadre de base 5 et parallèles aux rails 7 pénètrent à une profondeur de 10 cm dans le sable de filtration 11. La limite des deux enceintes de travail fermées 8 par rapport à l'amenée d'eau de rinçage montée entre eux est constituée par des parois de sable formées par le fonctionnement du dispositif. L'étanchéité arrière et avant et réalisée par des bandes de fermeture 9. Grâce à l'amenée d'eau de rinçage 3, on atteint une capacité de nettoyage plus élevée pour des fractions de fine granulométrie. L'extraction de l'eau boueuse s'effectue des deux côtés par des bords de déversement 13 réglables à des hauteurs diverses. Les tambours de lavage 1 tournent à une vitesse de 30 ... 40 t/min, alors que l'ensemble de l'appareil se déplace vers l'avant à une vitesse comprise entre 0,25 ... 0,42 m/min. L'extraction d'eau boueuse peut être réglée de façon différente pour les deux enceintes de travail.

Grâce à cet agencement, l'appareil peut également être utilisé pour augmenter l'épaississement de suspensions (boues) fortement concentrées et pour séparer des fractions granuleuses déterminées de la suspension.

Exemple 3

L'appareil représenté à la figure 3 qui est destiné à être utilisé dans des bassins profonds est constitué, comme l'appareil de l'Exemple 2, par un cadre de base 5, et il se déplace au moyen de roues 6 sur des

rails ou des rebords de béton 7 en direction longitudinale du bassin. Quand il s'agit de suspensions de forte concentration, les tambours de lavage 1 sont disposés en double et symétriquement par rapport à l'axe, et entraînés en sens contraires. Le tambour de lavage disposé à l'avant dans la direction du déplacement est abaissé à une profondeur de régénération de 3 à 9 cm, le tambour de lavage situé à l'arrière étant abaissé à une profondeur de régénération de 6 à 15 cm. Du cadre de base 5 dépendent des parois latérales disposées parallèlement aux rails 7 et s'enfonçant de 10 cm dans le sable 11 du lit. La limite des deux enceintes de travail fermées 8 par rapport à l'amenée d'eau de rinçage 3 disposée entre eux est formée par des parois de sable qui en découlent. L'étanchéité à l'arrière et à l'avant est obtenue par des bandes de fermeture 9. Grâce à l'amenée d'eau de rinçage 3, on obtient une capacité de nettoyage plus élevée pour des fractions à grains fins. Dans les enceintes de travail 8 sont prévues des entrées d'eau boueuse 2. L'amenée d'eau de rinçage 3 entre les enceintes de travail 8 est constituée sous forme d'une caisse ouverte vers le bas, qui se prolonge vers le haut par un tube ou une cheminée dépassant la surface du niveau de l'eau dans le bassin 10. Autour de ce tube ou de cette cheminée est monté un dispositif d'évacuation 4 qui comprend des entrées d'eau boueuse 2 dans les enceintes de travail 8. Le dispositif d'évacuation 4 et l'amenée d'eau de rinçage 3 sont constitués sous forme d'un ensemble unitaire orienté vers le haut. Ceci permet de l'utiliser dans des bassins profonds. Grâce aux tambours de lavage 1, les matières solides déposées dans la couche de filtration 11 sont lavées en coopération avec le courant forcé dirigé vers le haut dans la couche de filtration 11. Ce courant dirigé vers le haut provient de l'infiltration d'eau de rinçage dans la région de la caisse 3 ouverte vers le bas.

Exemple 4 (Figure 4)

Dans un bassin de filtration 10 qui est équipé, en vue de l'infiltration d'une partie de l'eau dans le sous-sol, d'un fond de filtration 16 partiellement ouvert, est prévu un système de drainage 15 pour l'évacuation de l'eau purifiée. Le système de drainage 15 est entouré d'une couche de support 12 contre laquelle vient s'appliquer la

couche de filtration à grains fins 11. L'eau brute comprenant l'agent de floculation parvient par l'amenée 17 dans le bassin de filtration. Directement contre l'amenée est prévu un dispositif mélangeur et distributeur 18. Il est constitué par un cylindre tournant autour d'un axe horizontal et comprenant des barres longitudinales 19. On peut également disposer deux tambours dont le diamètre est différent. L'installation est utilisée à une vitesse de filtration de 0,6 à 2,8 m/h. Quand il s'agit d'eaux peu polluées, on peut utiliser des vitesses de filtration encore plus élevées et comprises dans la plage des filtres ouverts à action rapide connus, et le procédé de l'invention permet, en raison des grains fins de filtration dont les dimensions sont comprises par exemple entre 0,4 et 0,63 mm, d'obtenir une meilleure qualité de l'eau. La forte capacité de la couche de filtration 11 provient de la régénération continue au moyen du tambour de lavage rotatif. Celui-ci est disposé à l'intérieur d'un enceinte 8 fermée par les parois d'enveloppement 14 et de laquelle la boue qu'il entraîne en tourbillons est extraite. Le tambour 1 est constitué comme le dispositif mélangeur et distributeur 18 par des barres longitudinales 19. Pour une profondeur de régénération de 10 cm, le diamètre du tambour est par exemple de 40 cm. L'ensemble du dispositif de nettoyage est monté sur des roues sur le rebord du bassin.

Exemple 5 (figure 5)

Dans un bassin de filtration 10 qui est équipé, en vue de l'infiltration d'une partie de l'eau dans le sous-sol, d'un fond filtrant partiellement ouvert 16, on prévoit un système de drainage 15 pour évacuer l'eau purifiée. Le système de drainage 15 est entouré d'une couche de support 12 sur laquelle vient s'appliquer la couche de filtration à grains fins 11 dont la granulométrie est comprise entre 0,4 et 0,63 mm. L'eau qui est mélangée de charbon actif ayant une teneur élevée en grains fins est envoyée dans le bassin de filtration 10. Celui-ci est utilisé à une vitesse de filtration de 2 m/h, pour une durée de séjour de 6 minutes dans l'espace 20 occupé par l'eau au-dessus du filtre. La fraction la plus grossière du charbon actif dont les particules ont un diamètre supérieur à 0,15 ... 0,25 mm se

dépose sur la couche de filtration 11. La couche 21 augmente donc de façon continue pendant le fonctionnement. L'évacuation s'effectue quand une régénération devient nécessaire.

La capacité élevée de la couche de filtration 11 est déterminée par le nettoyage continu au moyen du tambour de lavage rotatif 1. Celui-ci est disposé à l'intérieur d'un enceinte 8 fermée par les parois d'enveloppement 14, à partir de laquelle la fraction de particules fines entraînées en tourbillon par le tambour 1 est extraite. L'ensemble du dispositif de nettoyage est monté sur des roues sur le rebord du bassin.

Exemple 6 (figure 6)

L'appareil représenté à la figure 6 est constitué par un cadre de base 5 et se déplace sur des roues 6 en direction longitudinale du bassin. Pour filtrer des suspensions concentrées, on dispose dans des enceintes fermées 8 deux grilles d'aération disposées l'une derrière l'autre et équipées de buses 1. Les grilles d'aération 1 sont constituées par des tubes ajourés ou poreux disposés horizontalement. L'amenée de l'air est réalisée par une conduite 22. La première grille 1 est enfoncée sur une profondeur de 5 cm et celle qui est située à l'arrière en direction de l'avance est enfoncée de 10 cm dans le sable de filtration 11. Entre les deux grilles d'aération 1 a lieu l'amenée d'eau de rinçage 3. Du fait de la différence entre les niveaux de l'eau des enceintes fermées 8 qui sont obturées par des bandes 9 et par la chambre de rinçage 3, il se forme dans la région des grilles d'aération 1 des courants dirigés vers le haut. La sortie de l'air de la surface du filtre provoque la rupture de la couche de colmatage, alors que l'eau de rinçage entraîne vers le haut les matières polluantes. L'eau boueuse est extraite par la goulotte à boue 2 comprenant un bord de déversement 13 réglable en hauteur, et est refoulée du bassin 10 par la pompe 4. On obtient un boue relativement concentrée de l'enceinte fermé 8 qui est le premier en direction du déplacement, alors que l'on réalise avec la seconde grille d'aération 1 un nettoyage complet de la couche de filtration 11.

Selon un autre mode de réalisation qui n'est pas représenté, la

grille 1 est soumise à des oscillations. Il en résulte une rupture régulière de la couche de filtration 11.

Exemple 7 (figure 7)

L'appareil représenté à la figure 7 et destiné à être utilisé dans des bassins profonds est constitué, comme l'appareil de l'exemple 5, par un cadre de base 5, et il se déplace au moyen de roues 6 sur des rebords en béton 7 en direction longitudinale du bassin. On prévoit également deux grilles d'aération 1, avec une amenée d'eau de rinçage 3 disposée entre elles. L'amenée d'eau de rinçage est constituée sous forme d'une caisse ouverte vers le bas, qui se prolonge vers le haut en une cheminée parvenant jusqu'au dessus de la surface du niveau de l'eau du bassin 10. Autour de cette cheminée est monté un dispositif d'évacuation 4 qui comprend des entrées d'eau boueuse 2 dans les enceintes fermées 8. Le dispositif d'évacuation 4 et l'amenée d'eau de rinçage 3 sont constitués sous forme d'un ensemble unitaire dirigé vers le haut. Des grilles d'aération 1 sont disposées comme à l'exemple 6 et alimentées par l'amenée d'air sous pression 15.

Exemple 8 (figure 8)

L'appareil représenté à la figure 8 est constitué par un cadre de base 5 et se déplace sur des roues 6 en direction longitudinale du bassin. Pour filtrer des suspensions concentrées, on prévoit deux grilles vibrantes 1 disposées l'une derrière l'autre dans les enceintes fermées 8. La première grille 1 est enfoncée sur une profondeur de 5 cm dans le sable de filtration 11, et celle qui est située derrière en direction du déplacement est enfoncée de 10 ... 15 cm dans ce sable de filtration. Les grilles vibrantes 1 sont excitées par un générateur d'oscillations 23 et au moyen d'une transmission d'oscillations 24 à la fréquence propre de l'eau qui est d'environ 220 s^{-1} (pour T = 10°C). Entre les deux grilles vibrantes 1 s'effectue l'amenée d'eau de rinçage 3. Du fait de la différence entre le niveau de l'eau des enceintes fermées 8 qui sont obturées par les bandes d'étanchéité 9 et la chambre de rinçage 3, il se forme des courants dirigés vers le haut dans la région des grilles vibrantes 1. Les vibrations dans la plage de

résonance déterminent la rupture de la couche de colmatage alors que l'eau de rinçage entraîne les matières polluantes vers le haut.

L'eau boueuse est extraite par l'intermédiaire de la goulotte à boue 2 comportant un bord de déversement 13 réglable en hauteur et est refoulée du bassin 10 par la pompe 4. On retire de l'enceinte fermée 8 qui est la première dans le sens du déplacement une boue relativement concentrée, alors que l'on réalise une large purification de la couche de filtration 11 par la seconde grille vibrante 1.

Exemple 9 (figure 9)

L'appareil représenté à la figure 9 qui est destiné à être utilisé dans des bassins profonds est constitué, comme l'appareil de la figure 8, par un cadre de base, et il se déplace au moyen de roues 6 sur des rebords en béton en direction longitudinale du bassin. On prévoit également deux grilles vibrantes 1, avec une amenée d'eau de rinçage 3 disposée entre elles. L'amenée d'eau de rinçage est constituée sous forme d'une caisse ouverte vers le bas, qui se prolonge vers le haut en une cheminée se prolongeant au-dessus de la surface du niveau de l'eau du bassin 10. Autour de cette cheminée est monté le dispositif d'évacuation qui comprend dans les enceintes fermées 8 des entrées d'eau boueuse 2. Le dispositif d'évacuation 4 et l'amenée d'eau de rinçage 3 sont constitués sous forme d'un ensemble unitaire orienté vers le haut. Les grilles vibrantes 1 sont disposées comme à l'exemple 8 et sont excitées par les générateurs d'oscillations 23 et par l'intermédiaire de la transmission d'oscillations 24.

REVENDICATIONS.

1. Procédé de filtration de liquides, ces liquides étant dirigés au travers d'une couche de filtration granuleuse fonctionnant en tant que filtre de surface, caractérisé en ce que que la couche de filtration granuleuse (11) est entraînée de façon tourbillonnaire (1) en surface à des distances prédéterminées à l'intérieur d'une enceinte (8) fermée latéralement se déplaçant au-dessus de la couche de filtration (11), alors que pendant ce temps un courant dirigé vers le haut est créé dans la région de formation des tourbillons (8) dans la couche de filtration granuleuse (11), les tourbillons (1) créés dans la couche de filtration granuleuse (11) ayant lieu sans interruption du processus de filtration dans le reste de la zone du filtre.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le courant dirigé vers le haut et passant par la couche de filtration granuleuse (11) est produit par abaissement du niveau du liquide à l'intérieure de l'enceinte fermée (8) par rapport au niveau du liquide environnant.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le courant dirigé vers le haut et passant dans la couche de filtration granuleuse (11) est produit par réglage d'un niveau plus haut du liquide dans la région (3) située à proximité de la zone tourbillonnaire (1).

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les tourbillons de la couche de filtration granuleuse (11) sont obtenus par un tambour de lavage rotatif (1) à axe horizontal, se trouvant à l'intérieur de l'enceinte (8) fermée par le reste de la surface du filtre, le tambour de lavage (1) se déplaçant de façon continue à angle droit par rapport à son axe sur le filtre, et la boue étant extraite de façon continue de l'enceinte fermée (8).

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone tourbillonnaire de la couche de filtration granuleuse (11) est obtenue en envoyant un gaz au moyen de plusieurs buses (1) pénétrant dans la couche de filtration (11), buses se trouvant à l'intérieur de l'enceinte (8) fermée par le reste de la surface du filtre, les buses (1) étant déplacées de façon continue sur le filtre et la boue étant

extraite de façon continue de l'enceinte fermée (8).

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la zone tourbillonnaire de la couche de filtration granuleuse (11) est réalisée par création d'oscillations mécaniques (1) à l'intérieur de l'enceinte (8) fermé par le reste de la surface du filtre, la zone de création des oscillations (1) se déplaçant de façon continue sur le filtre et la boue étant extraite de façon continue de l'enceinte fermée (8).

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les liquides sont mélangés à des agents de floculation avant la filtration.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les liquides sont mélangés à des agents d'adsorption de granulométrie quelconque et comportant une fraction de grains fins avant la filtration, la partie la plus grossière se déposant sur la couche de filtration (11) et la fraction pulvérulente étant maintenue en suspension dans la fraction de liquide (20) recouvrant le filtre.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un agent auxiliaire de filtration finement dispersé est déposé sur la couche de filtration (11).

10. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la couche de filtration (11) est excitée par les oscillations mécaniques (1) soit à la fréquence propre du liquide, soit à la fréquence propre moyenne du système de passages de courant soit à la fréquence propre moyenne des grains du filtre.

11. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on prévoit dans un bassin de filtration (10) une couche de filtration granuleuse (11) comportant une couche de support (12) et un système de drainage (15) ou un fond de filtre (16), un tambour de lavage rotatif (1) à axe horizontal attaquant partiellement la couche de filtration granuleuse (11) étant fixé à un cadre de base (5) qui est monté mobile au-dessus de la couche de filtration granuleuse (11), le tambour de lavage rotatif (1) étant entouré de parois d'enveloppement (14) formant un enceinte fermée (8) qui est munie d'un dispositif d'évacuation des boues (2).

12. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que le tambour de lavage rotatif (1) est monté réglable en hauteur sur le

cadre de base (5).

13. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que le tambour de lavage rotatif (1) comprend sur sa périphérie des barres horizontales.

14. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif d'extraction de boue (2) est constitué par une goulotte horizontale qui peut être déplacée en direction du tambour de lavage rotatif (1) et comprend un rebord de déversement (13) réglable en hauteur.

15. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on prévoit dans un bassin de filtration (10) une couche de filtration granuleuse (11) comportant une couche de support (12) et un système de drainage (17) ou un fond de filtre (18), plusieurs buses (1) destinées à l'introduction d'un gaz étant disposées de façon à pénétrer dans la couche de filtration granuleuse (11), les buses étant raccordées à une conduite d'amenée de gaz (15), lesdites buses (1) étant disposées à l'intérieur d'une enceinte (8) fermée par des parois latérales (14), ladite enceinte étant munie d'un dispositif d'extraction de boue (2) au-dessus des buses (1).

16. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que les buses (1) et/ou le dispositif d'évacuation de boue (4) sont réglables en hauteur.

17. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que les buses (1) sont montées, pour l'amenée du gaz, sur une grille (18) constituée par des tubes disposés horizontalement, la grille (10) étant raccordée à une conduite d'amenée de gaz (15).

18. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on prévoit dans un bassin de filtration (10) une couche de filtration granuleuse (11) comprenant une couche de support (12) et un système de drainage (16) ou un fond de filtre (17), sur lequel est disposée la couche de filtration granuleuse (11) ou une grille vibrante (1) pénétrant dans cette dernière, qui est reliée à un générateur d'oscillations disposé au-dessus du niveau de l'eau, la grille vibrante se trouvant à l'intérieur d'une enceinte (8)

fermée par des parois latérales (14), et munie d'un dispositif d'évacuation de boue (2) au-dessus de la grille vibrante (1).

19. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le dispositif d'évacuation de boue (2) est réglable en hauteur.

20. Dispositif selon les revendications 10, 13 et 17, caractérisé en ce qu'un second dispositif de création de tourbillons (1) est disposé à l'arrière du dispositif de création de tourbillon (1) et parallèlement à lui, à l'intérieur d'une seconde enceinte fermée (8).

21. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que l'enceinte (3) ouverte en direction de la couche de filtration (11) en vue de l'amenée d'eau de rinçage est disposé entre les deux enceintes fermées (8) et équipées de dispositifs de formation de tourbillons (1).

22. Dispositif selon les revendications 10, 13 et 17, caractérisé en ce que l'enceinte (8) fermée par des parois latérales (14) est également fermée vers le haut et l'extraction d'eau boueuse est guidée depuis l'entrée d'eau boueuse (2) dans un dispositif d'extraction constitué sous forme d'un tube ou d'une cheminée parvenant jusqu'au-dessus du niveau de l'eau du bassin (10).

23. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que l'amenée d'eau de rinçage (3) est constituée sous forme d'un tube ou d'une cheminée parvenant jusqu'au-dessus du niveau de l'eau du bassin (10).

24. Dispositif selon la revendication 21 et 22, caractérisé en ce que le tube ou la cheminée du dispositif d'évacuation (4) et le tube ou la cheminée de l'amenée d'eau de rinçage (3) sont constitués sous forme d'un ensemble unitaire.

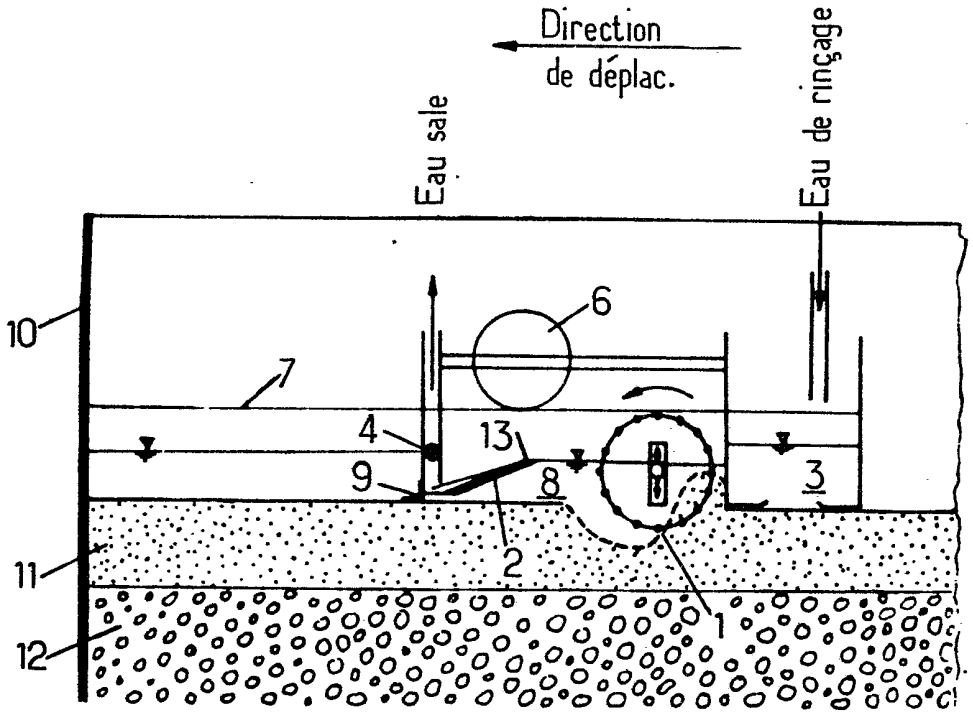

Direction
de déplac.
Eau sale
Eau de rinçage
10
6
7
4
13
9
8
3
2
11
1
12

FIG.1.

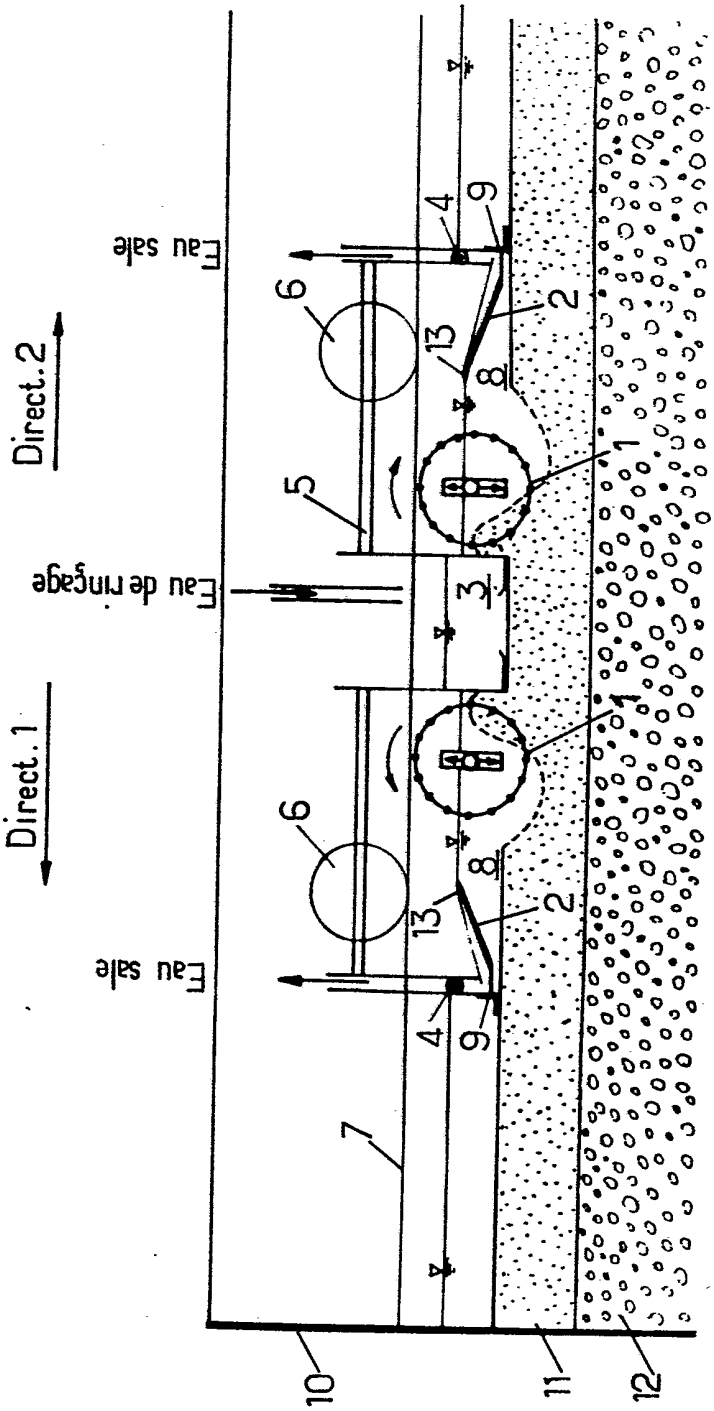

Eau sale
Direct.2
Eau de ringage
Direct.1
Eau sale
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

FIG.2.

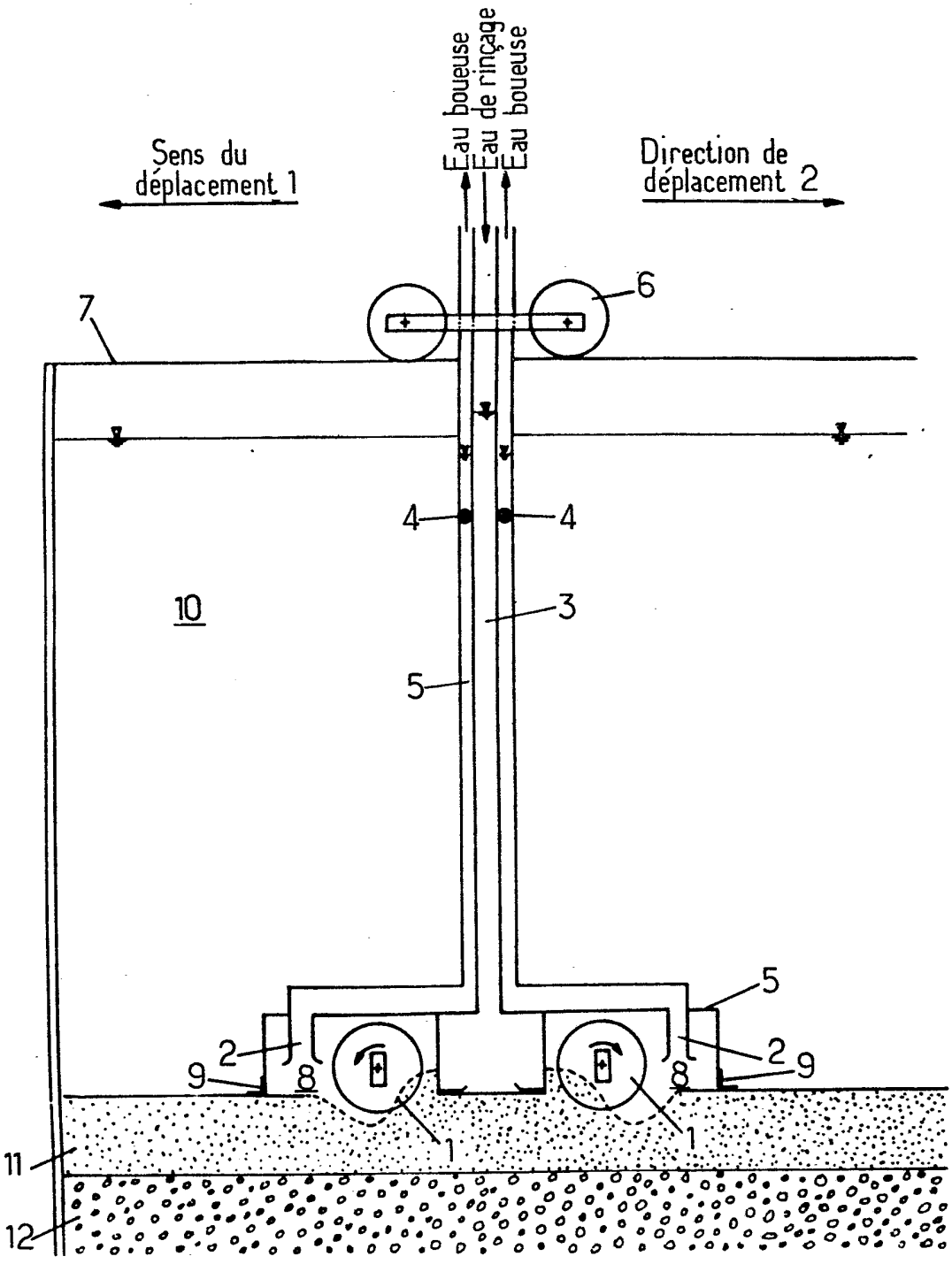

Eau boueuse
Eau de rinçage
Eau boueuse
Sens du déplacement 1
Direction de déplacement 2
6
7
4
4
10
3
5
5
2
2
9
9
8
8
1
1
11
12

FIG.3.

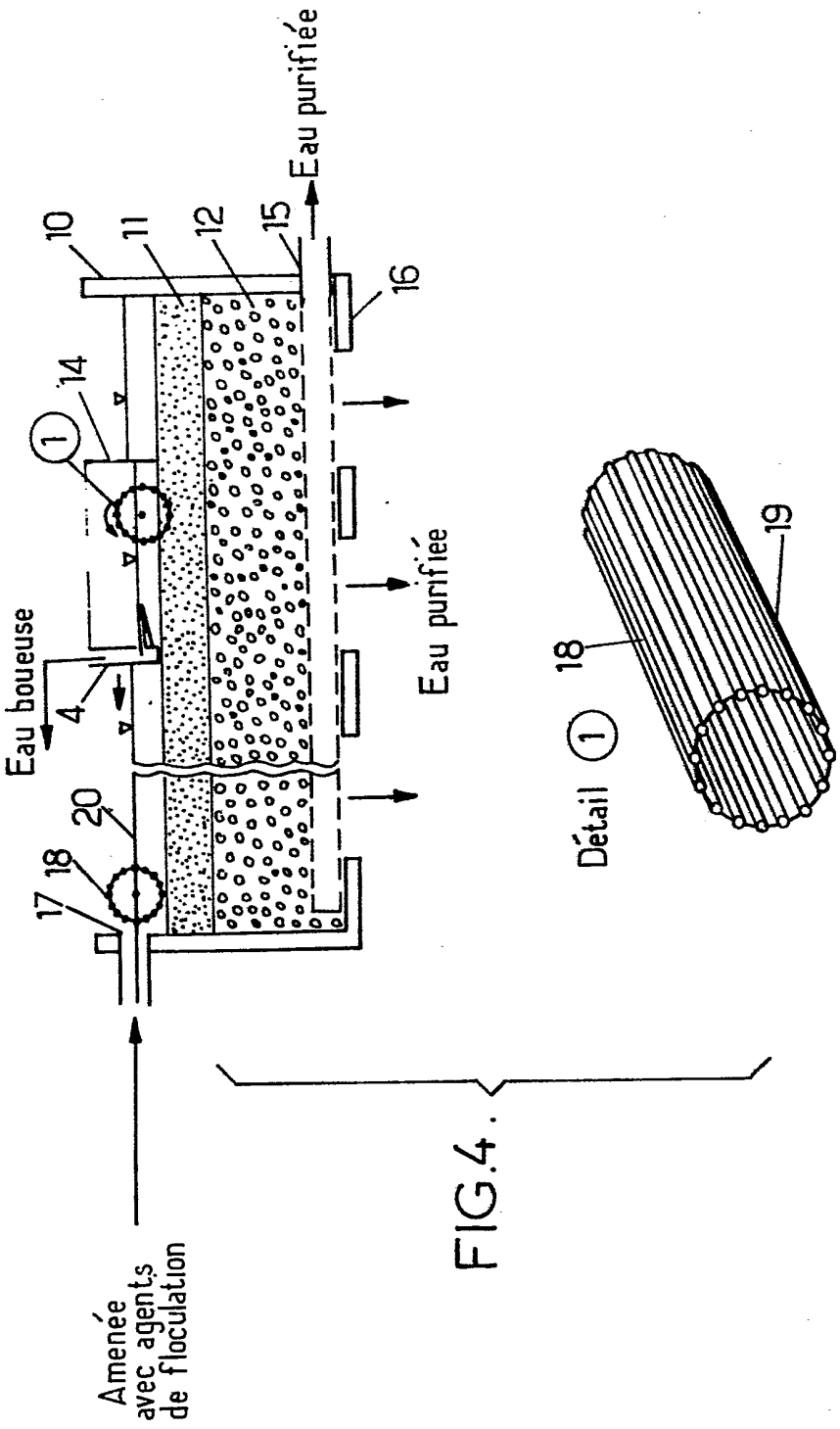

Eau purifiée
10
11
12
15
16
14
1
Eau boueuse
4
Eau purifiée
20
18
17
Amenée
avec agents
de floculation
Détail 1
18
19

FIG.4.

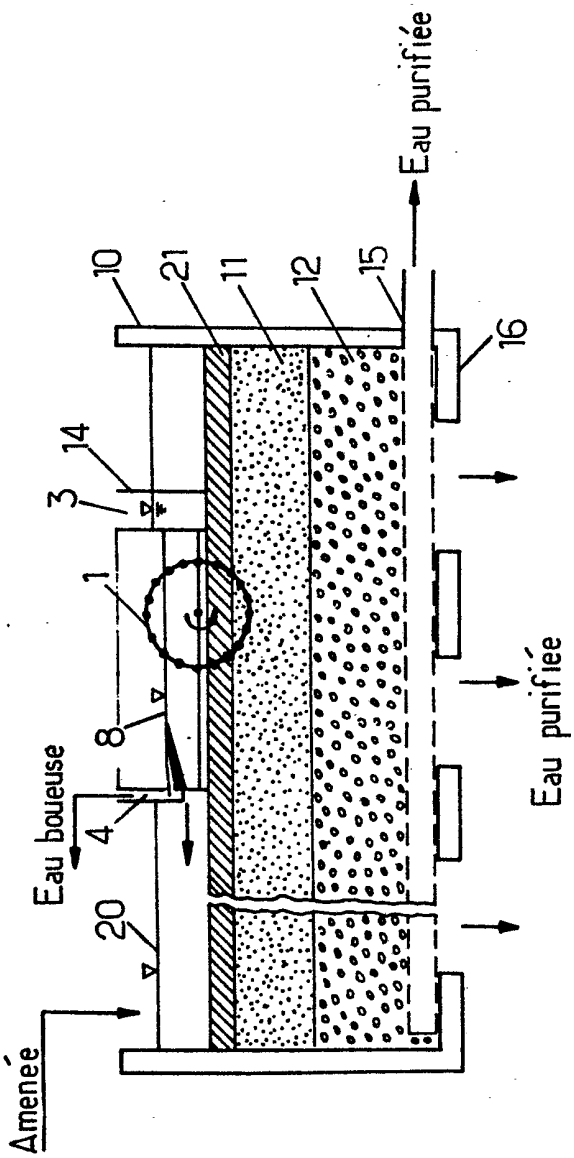

Eau purifiée
10
21
11
12
15
16
14
3
1
8
4
Eau boueuse
20
Amenée
Eau purifiée

FIG.5.

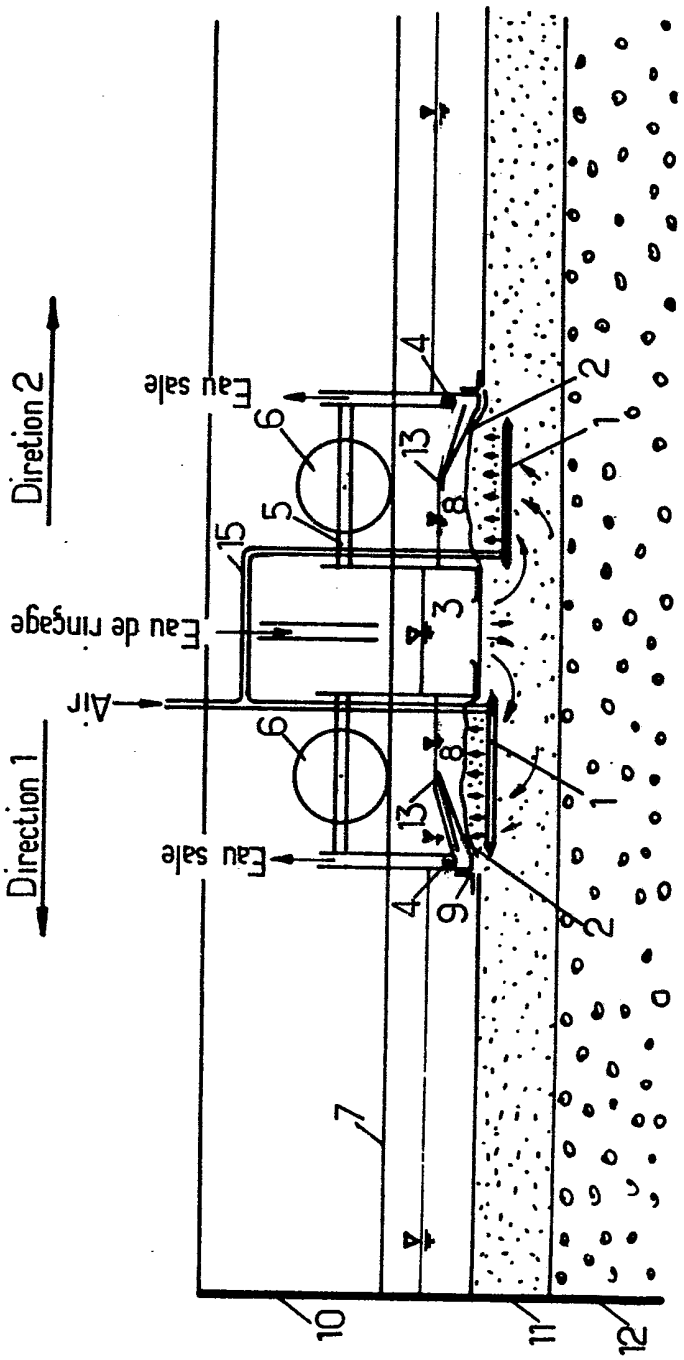

Direction 2
Eau sale
Eau de ringage
Air
Direction 1
Eau sale
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
15

FIG.6.

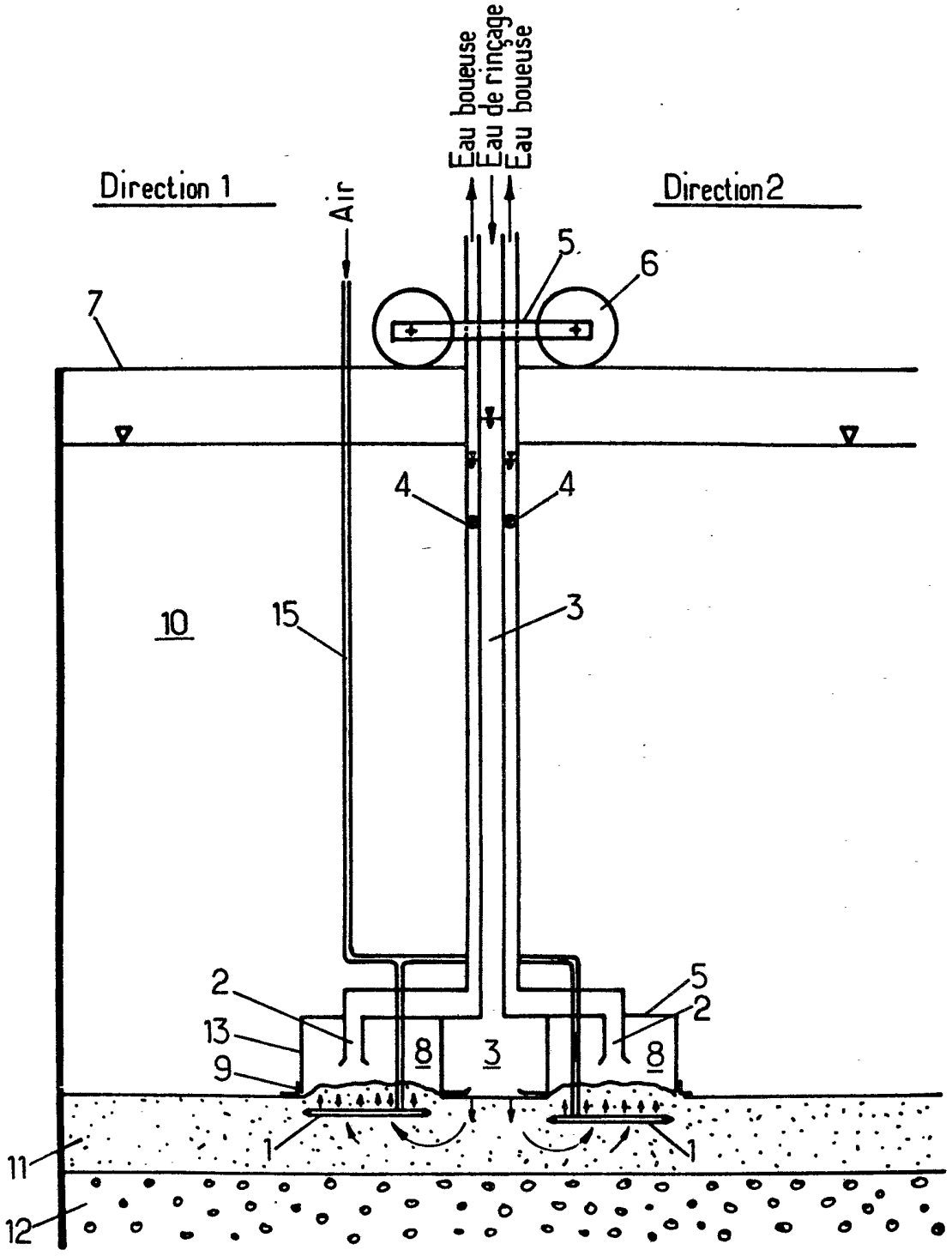

Eau boueuse
Eau de rinçage
Eau boueuse
Direction 1
Air
Direction 2
5
6
7
4
4
10
15
3
2
13
9
8
3
8
5
2
1
1
11
12

FIG.7.

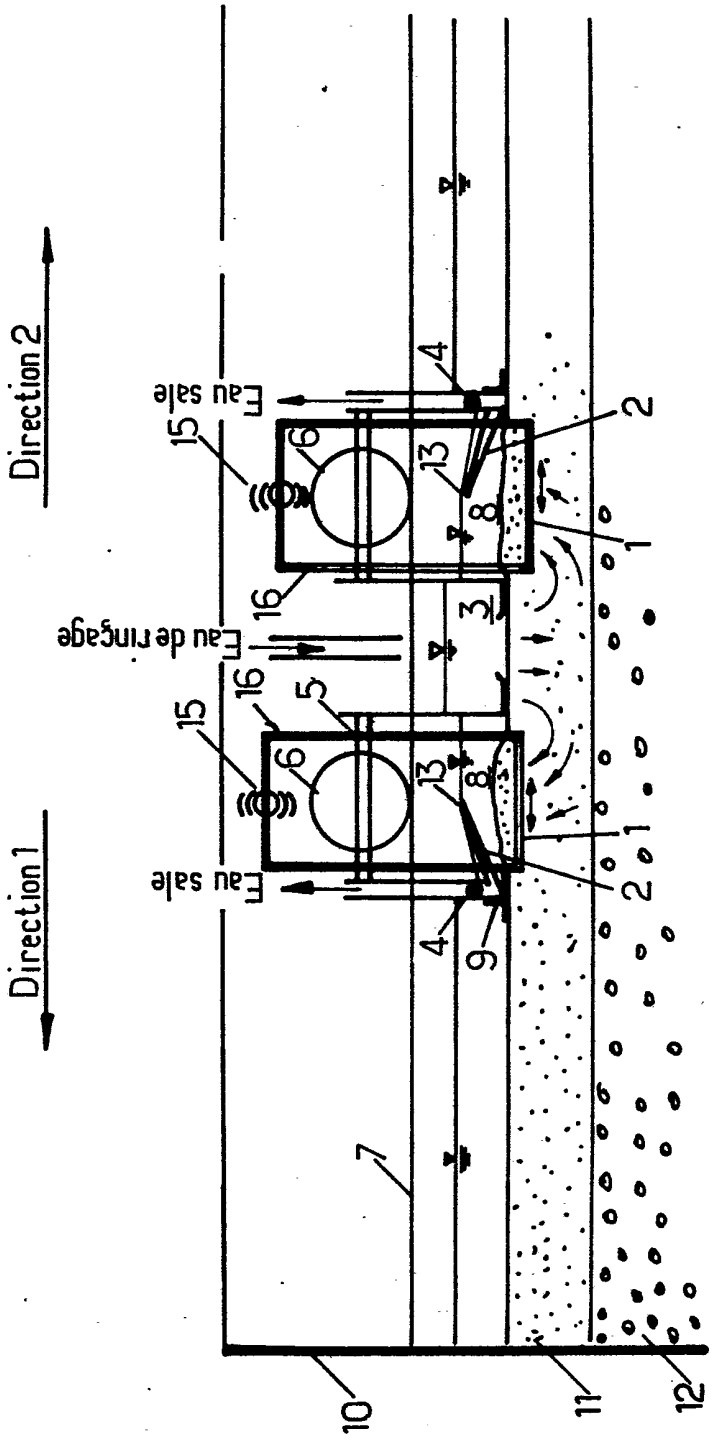

Direction 2
Direction 1
Eau sale
Eau de ringage
Eau sale
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
15
16

FIG.8.

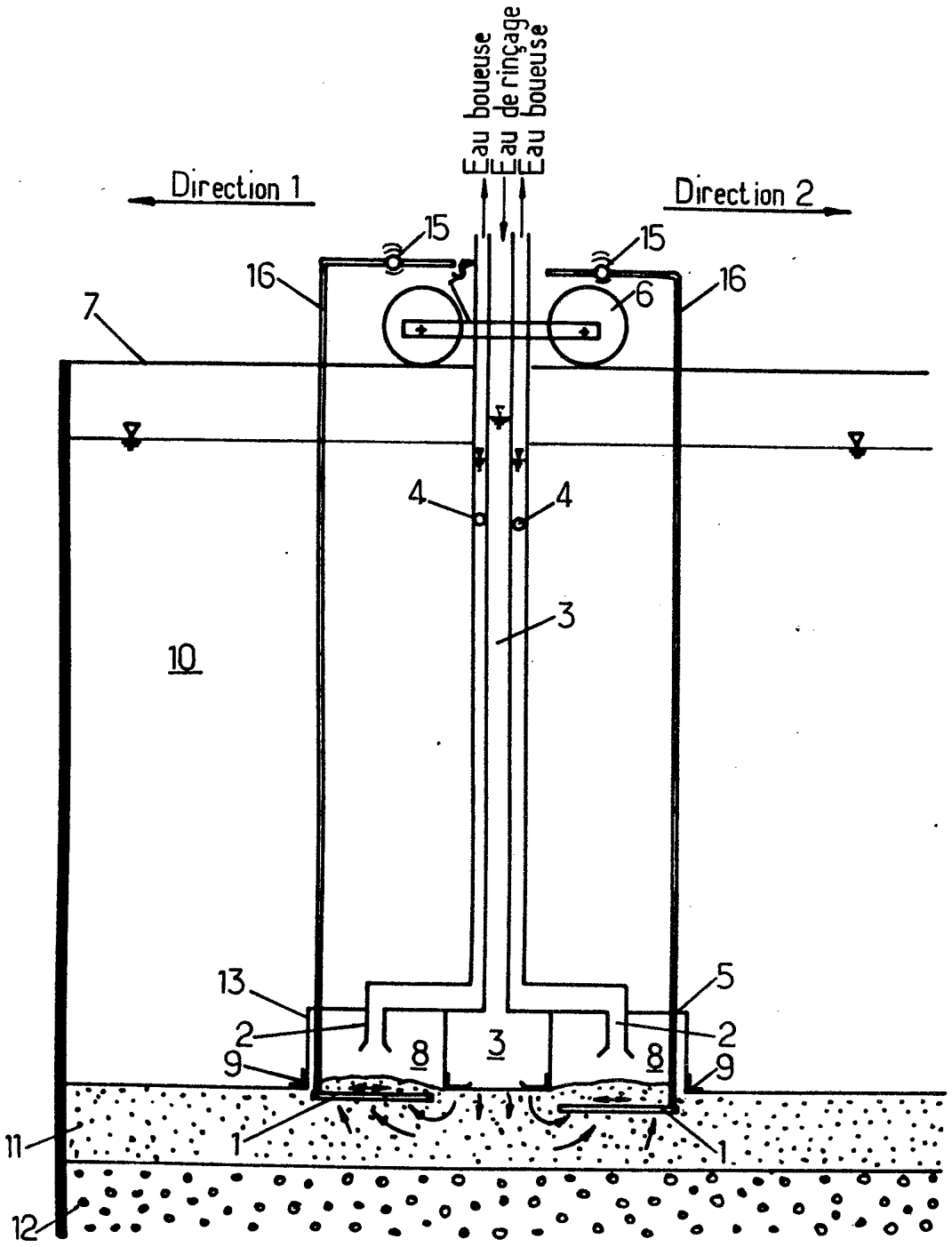

Eau boueuse
Eau de rinçage
Eau boueuse
Direction 1
Direction 2
15
15
16
16
6
7
4
4
3
10
13
5
2
2
8
3
8
9
9
11
1
1
12

FIG.9.